



極地研ニュース

153
2000年2月

NIPR News

No.153, Feb. 2000

南極点全天撮像装置による オーロラ、エアグロー観測

—— アムンゼン・スコット南極点基地訪問 ——

岡田 雅 樹

平成8年から米国科学財団（NSF）と極地研究所（江尻教授）の共同研究の一環として観測を開始した南極点全天撮像装置は、3年間順調に観測を続け毎年10万フレーム（100ギガバイト）あまりの大量の全天画像データを蓄積してきた。観測機器の維持、運用は現地のテクニカルスタッフによって行われており、4月から8月の観測期間中は、運用計画、天候等の情報をインターネットで極地研とやり取りしながら観測を行っている。毎年11月前後に、本研究チームの内の数名が機器の調整、引き継ぎ等のため南極点基地に赴き、現地スタッフとの打ち合せ、較正、データ等の作



南極点にあるセレモニアルポールの前での記念撮影



全天撮像装置を検査する著者

業の回収を行っている。本年は岡田、鈴木の名が赴き、作業を行った。

南極点は、地軸上に位置する世界で2箇所しかない場所の一つであり、かつ常設の基地が存在する場所としては、唯一の観測拠点である。その地理的条件により南極の冬期間中は、太陽が24時間昇らない極夜となるためオーロラ観測、大気光（エアグロー）観測拠点としては無二の観測点である。磁気圏物理の観点から見ると、南極点は、磁気緯度73.9度に位置しオーロラ帯の高緯度側に位置することになるが、24時間観測できるため、これまであまり観測を行うことができなかった昼間側オーロラを見ることができる数少ない観測点の一つである。また、大気物理の観点から考えると極渦の中心に位置し、かつ全球規模の大気循環の中では熱吸収の中心に位置することになりエネルギー輸送のメカニズムの一つと

目次	・ 南極点全天撮像装置によるオーロラ、エアグロー観測	1	・ 第22回極域生物シンポジウム	5
	・ 極域氷床深層コア解析による地球環境変動の復元研究	2	・ 講演会と見学会を開催	6
	・ 第22回極域気水圏シンポジウム	4	・ 観測隊だより	6
			・ 南極月別気象状況	7
			・ 【極地豆事典】雪まりも	8

■ 国立極地研究所編集・発行 ■ 〒173-8515 東京都板橋区加賀 1-9-10 ☎(03)3962-4712

隔月1回発行

して注目される大気重力波等の観測に期待が大きい。

南極点へは、ニュージーランド（クライストチャーチ）から米国の輸送機によって空路マクマード基地に入り、さらにそこから3時間ほどのフライトで南極点に到着する。マクマード基地の天候によって輸送機の発着が制限されるため、11月1日に日本を出発したわれわれの場合、クライストチャーチで4日間の足止めをされた後、南極点に到着したのは9日であった。南極点基地は、海拔2700メートルに位置し、気温は夏期間のはじめであるにも関わらず常時氷点下40度前後である。沿岸に位置するマクマード基地からのフライトで急激な高度変化を経験することになるため、軽度の高山病になるが数日間静養するとほぼ全員が順応することができる。現地での主な作業は、撮像装置光学系の検査、データ処理系ワークステーションのバックアップであるが、本年は特にY2K対策にとまなうプログラムの変更とハッカー対策に多くの時間を費やした。特に、昨シーズン中には南極点基地にハッカーが侵入するという騒ぎがあったため、来シーズンからは本格的なネットワーク管理者を置き、1年以上かけて順次ネットワークのセキュリティを強化する方針が固まりつつあった。そのため、ネットワーク部分のセキュリティに関するミーティングを特別に持ち、プロジェクト関係者とネットワーク管理者との間で綿密な打ち合わせが行われた。

1999年4月から8月の間（およそ100日分）の観測データは、この時点では内容確認はできないが1巻あたり40ギガバイトのデータを格納できるDLTテープにして8巻分（バックアップを含め160ギガバイト程度）のデータを回収した。今年は特に、5月13-18日、6月10-16日、7月5-7日の三回にわたってSuperDARNとの共同観測が行われたため一昨年のシーズンに比べるとやや多くのデータ量となった。これらの観測データは、極地研に持ち帰り一次処理に掛けられた後、画像データ及びケオグラムとしてホームページ上で公開されている。処理が済んだデータから随時<http://www.nipr.ac.jp/~asi-dp>で参照することができるようになり、共同研究の利用に供される予定である。

（筆者：国立極地研究所情報科学センター助手）

極域氷床深層コア解析による 地球環境変動の復元研究 （文部省科学研究費補助金特定領域研究B）

渡 邊 興 亜

1996年、南極ドームふじ観測拠点で2503mの深さに達する氷床深層コアが掘削され、1998年4月に「しらせ」により全深度のコアが国内に持ち帰られた。その後1998年度から3カ年計画で、コアの化学的、物理的プロファイルを明らかにする基本解析を推進し、現在2年目が終了しようとしている。1999年12月には極地研の第22回極域気水圏シンポジウム期間中に公開シンポジウムを実施し、進捗状況の紹介を行った。

今後地球規模の環境変動の詳細な復元に向けてさらにコアの特定課題の解析を進め、最終年度である次年度に向けて研究を進めていく予定である。

領域全体の研究目標

氷床コア・シグナルは、次に示すような地球上の様々な現象を反映して形成される。(i) 広い意味での陸域起源現象に由来する物質のシグナル：乾燥地域や大陸棚の拡大・縮小、火山活動など気候や環境の変化に由来する。(ii) 海洋循環、海洋生物活動、陸上生物活動の変動に由来するシグナル。(iii) 氷床コア中の気泡に含まれるそれぞれの時代の大気微量成分、特に温室効果ガス濃度の変化などが示すシグナル。(iv) 降水と氷化の過程を反映する雪氷の物理的性質と氷床流動によってもたらされる物性特性によるシグナル：特にわが国の研究者によって発見されたクラスレート水和物の物性が示す氷床内部の応力状態が注目される。(v) 水の安定同位体組成が示すシグナル：気候の状態の指標である。(vi) 定常的に生じる宇宙線生成核種などが示すシグナル。

これまでの内外の研究によって、コア・シグナルの分析、解析の方法は基本的にはほぼ確立されたといえる。本領域研究では、こうした確立した方法を駆使しコア・シグナルを気候・環境の多変量情報系として捉え、組織的な研究で膨大な量の試料を系統的に高精度の分析・解析を実施するとともに、高い年代推定精度のもとにシグナルの解読を進めている。また、現在の気候・環境下での大気・氷床間の相互作用によるシグナルの形成

機構あるいは形成過程の研究も、コア・シグナル解読研究の基礎研究として進めている。

氷床コアに記録された地球の気候と環境の変動シグナルは、(1) 気温や降水量などの気候に直接反映される要素と、(2) 大気中の諸物質の起源や発生量およびその輸送機構の変化として現われる要素に分けることが出来る。特に後者の要素は、大気大循環や極域循環の規模や機構に依存し、地球上の物質循環システムの変化として見る事が出来る。以下がその代表的な現象である。

- (i). 海洋微生物活動や火山活動の変化に伴う硫黄や窒素化合物の発生量や大気中の組成変動、
- (ii). 地表状態や海洋循環の変化に伴う二酸化炭素やメタンの発生量や大気中組成の変動、
- (iii). 海陸分布の変化に伴う土壌起源微粒子の変動、
- (iv). 最近の人間活動の大規模化による人為起源物質の増大およびその対流圏や成層圏への拡散と新たな現象の発現。

このようなシグナル物質の発生源や循環の変化は、大気化学や雲物理過程の諸現象に影響を及ぼし、雲量、大気混濁度や温室効果ガス濃度の変化を通じて気温変化に正負のフィードバック過程を引き起こす。本研究の氷床コア・シグナル研究から、過去の地球の気候と環境の変動に関連する諸現象の発現や循環過程の解明を試みる。

領域内における研究組織と研究班の連携状況

本領域は氷床コアの精密年代決定を含む総合解析に研究の焦点を当てた総括班と陸海域起源物質と気候変動研究、温室効果ガスと気候変動研究、氷の物性と氷床変動研究、北極氷床コア解析による気候変動研究に焦点を絞った計画研究班 A01～04 で構成されている。

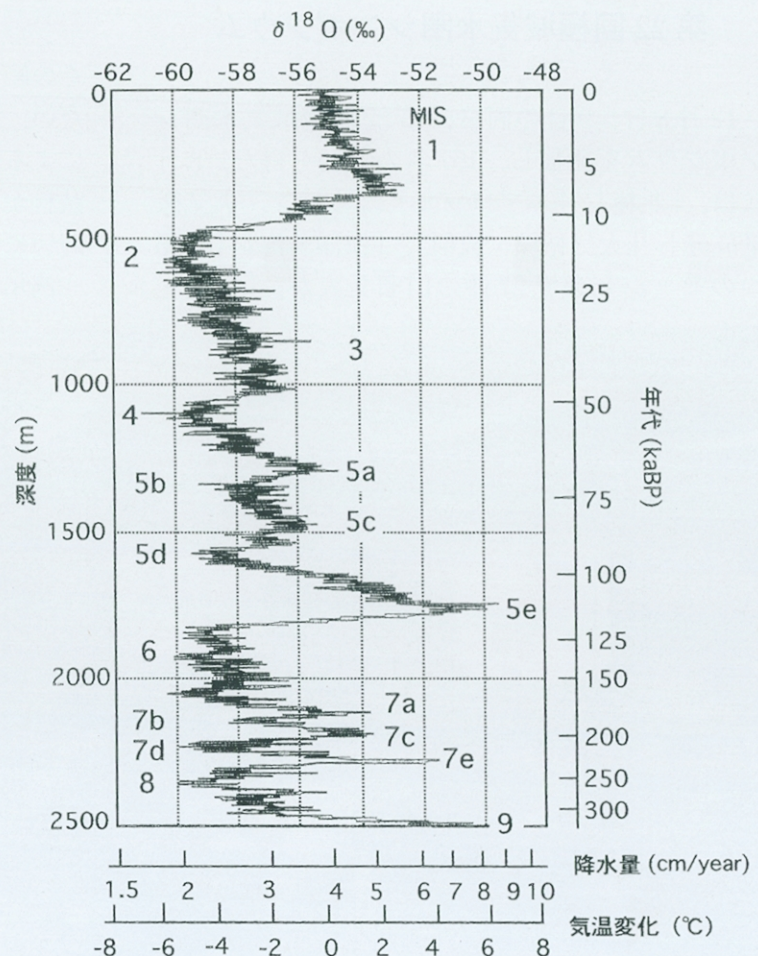
総括班では、複合的な方法により高精度のコア年代の確立を目指している。特に、氷床の鉛直歪分布の検出と堆積速度の時間変動を考慮した物性経時変化モデルの構築、季節変化シグナル・特定の火山噴火などを示すタイムマーカーの検出などに重点を置いてい

る。また、現在の氷床上にもたらされる物質の広域拡散分布の特性を検証データとして、現気候下および氷期サイクルにおける極域物質循環像を検討する。併せて大気-海洋結合モデル (GCM) の研究グループと協力、連携し、シミュレーション解析などを含めた議論を行う予定である。公開シンポジウムによる研究成果の広報活動、また国際ワークショップ・国際シンポジウムを開催し、研究の調整・推進を図る。

計画研究班 A01 では、陸海域起源物質と気温の指標となる酸素・水素同位体組成のコア全層解析を行い、氷期サイクルにおける気候・環境変動を精緻に復元する。

計画研究班 A02 では、コア中の温室効果ガス濃度の変動の詳細を明らかにし、併せてその変動機構の解明のために、気体分子中の同位体組成を解析する。

計画研究班 A03 では、積雪から氷に至る氷化



氷期サイクルにおける酸素同位体組成の変化と氷当量降水量、気温の変化
図中の数字は、海底堆積物における酸素同位体組成に基づく時代区分 (MIS) を示す。また、気温変化は現在を基準とした相対気温である。

過程、クラスレート水和物の結晶成長過程と挙動、氷結晶主軸の定方位性および電気的特性など氷の物性測定手法を駆使して、氷床コア中に含まれる過去の気候・環境シグナルを抽出する。またコアの含有空気量、氷温、氷歪量および堆積速度の解析などから氷床変動モデルを構築し、気候変動と氷床変動の相互作用をシミュレートし、総括班へ深さ-年代関係の基礎情報を提供する。

計画研究班 A04 では、国際共同研究として、北極のグリーンランド氷床コアに見られる特異な気候現象について、南極コア・プロファイルとの詳細な対比研究を行う。また総括班とともに氷期-間氷期サイクルの南北同期性の課題に踏み込んだ解析を行う。

最後に本研究で得られた成果の一つである、ドームふじ観測拠点の深層コア深度に対する年代、各年代の降水量および現在を基準とした相対気温変化の推定値を図示した。

(筆者：国立極地研究所研究主幹)

第22回極域気水圏シンポジウム

12月8日、9日の両日、第22回極域気水圏シンポジウムを開催し、157名の参加を得た。8日には、「北極」、「エアロゾル」、「オゾン・大気微量成分」、「大気循環・放射」、「海洋・海水」の5つのセッションで27件の口頭発表が、「大気・

海水」に関する23件の展示発表が行われた。9日には、「コア解析研究」、「ドームふじコア解析研究」、「雪氷物理・氷床環境」の3つのセッションで17件の口頭発表が、「雪氷」に関する26件の展示発表が行われ、さらに特別セッション「極域氷床深層コア解析による地球環境変動の復元研究」を企画した。

一参加者としての感想を以下に記し、報告に換える。大気分野ではエアロゾルに関連した発表が多数を占め、これは近年に顕著な傾向である。第38次隊におけるドームふじ観測拠点と昭和基地との対比観測、1998年3月の北極圏大気航空機観測とこれに同期した地上観測などによる研究成果が結実する過程を見ることができた。極域海洋は観測機会に恵まれた研究対象とは言い難い。これが一因と察するが、海水・海洋分野は、衛星データ解析、野外観測、室内実験、理論研究など異なる手法による研究が満遍なく為され、興味深いセッションであった。息の長い研究の成果発表が多いことも納得できる。雪氷分野のみならず、シンポジウム全体を通して、特別セッションが最も多くの聴衆を集めた。本誌別稿の報告をご一読願いたい。雪氷分野では、他分野にも増して大学院生による意欲的な発表が目を引いた。極めて良質の試料が、適切な人々によって、適切な人々に渡り、適切に取り扱われていることがよく理解できた。

例年よりも参加者が多く、セッションやロビー

において有益な討論が行われた。反面、プログラム編成が過密で、特に、展示発表で十分議論する時間を取れなかった。展示発表者の方々にお詫び申し上げ、次回シンポジウムでの改善点としたい。最後に、本シンポジウム開催にあたり尽力下さった極地研究所関係者ならびに座長の方々に感謝申し上げます。



極域気水圏シンポジウム聴講風景

第22回極域生物シンポジウム

1999年12月2日と3日に第22回極域生物シンポジウムが極地研究所講堂において開催された。参加者は2日間で延べ140名、口頭発表は10件、ポスター発表は70件であった。このうち7名は、オーストラリア、イタリア、ポーランドおよびインドから参加した研究者である。初日は海洋生物の口頭発表およびポスター発表が行われ、2日目は陸上生物の口頭発表およびポスター発表が行われた。

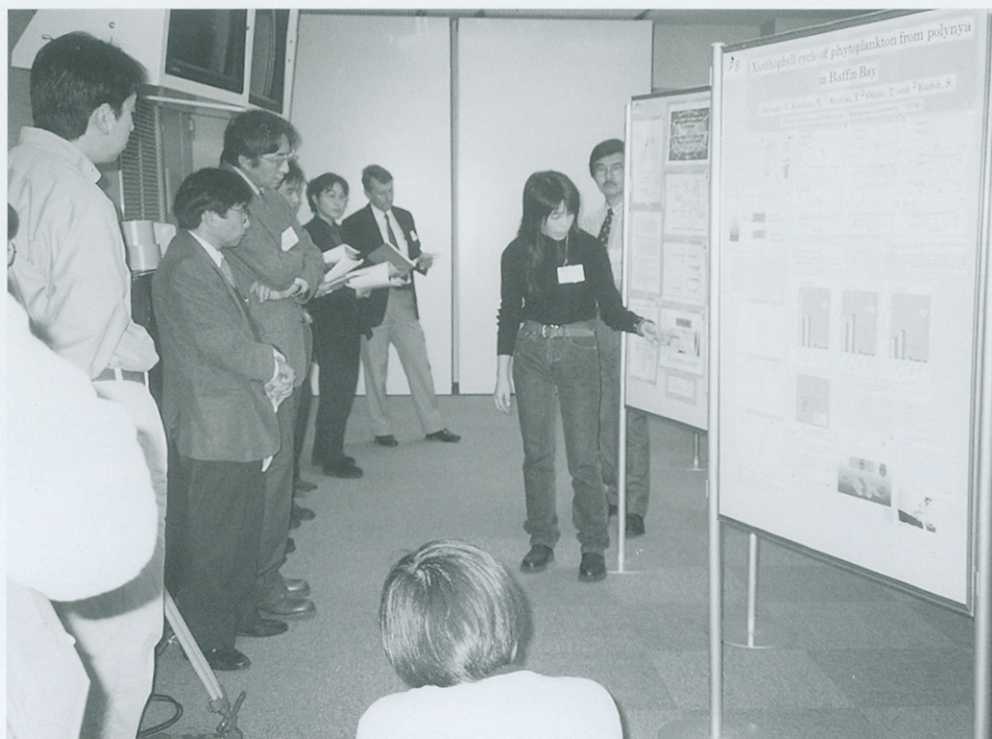
海洋生物の午前の口頭発表では、人工衛星海色センサーの画像データを利用して海域の植物現存量の変動を解析したマクロな観測から、ピコプランクトンの光合成測定やバクテリア、ウィルスの現存量測定などの非常にミクロな観測まで、様々なスケールから見た海洋生物の研究結果が報告された。午後の口頭発表では、オーストラリアおよび日本の南極観測プログラムにおける海洋生物研究の今後の方向性や役割について報告が行われた。海洋生物のポスター発表では、バクテリアから大型動物まで、多様な極域生物について様々な視点と手法により得られた研究成果が発表された。ポスター発表は4つのグループに分けて行われ、1998年および1999年に実施されたNOW (International North Water Polynya Study) 研究航海の成果について6件の報告、1995年から実施されているSIPENS (Sea Ice and Penguin Study) 計画の結果に関する報告、魚類や海鳥類を対象としたデータロガーを用いた行動および生理学的な研究に関する報告などがあった。

また、初日のポスター発表終了後、オーストラリア南極局のHarvey J. Marchant博士による臨時特別講演が顕微鏡のビデオ映像を用いて行われ、ロ

ス海における原生生物、バクテリアの活動、それから微生物間の食物網について興味深い話題と映像の提供があった。

陸上生物の口頭発表は、南極の外国基地での研究成果が中心になった。現在、昨年度から3年計画でイタリアのテラノバ湾基地で外国共同観測を進めており、イタリアから2名を招待して、議論を深めた。また、ポーランドのアドミラルティ湾周辺、オーストラリアのケーシー基地周辺の生態について、とくに昭和基地周辺との比較の上で興味深い研究発表があった。ポスター発表は微生物、土壌、湖沼、藻類、蘚苔類、種子植物の植生、生理生態などの成果が発表された。ポスターセッションが終わったあと、北極の陸上生物の研究計画についてワークショップを開催した。将来的にはスバルバルをベースにしなが、カナダ、シベリアへも展開していく必要があること、とくに北極の環境変動を扱う場合、亜寒帯、温帯域の高山帯の研究が重要であるなど有意義な意見交換があった。

今回のシンポジウムでは、口頭発表に一件30分をかけるいわゆるシンポジウム形式をとったが、反面、時間とスペースの余裕がないため、ポスター発表では3、4分野の発表が同時進行するという方法を余儀なくされている。そのためフリーデ



ポスターセッション

イスカシンの時間がほしいなどの意見があり、今後改善の方向で考えていきたい。

講演会と見学会を開催

12月11日（土）に極地研究所において板橋区内の小中学生及び区民約120人を対象とした講演会と見学会を開催した。当日は、福地南極圏環境モニタリング研究センター長による、南極観測からとらえた地球環境問題について「南極観測と地球環境」と題した講演会をスライドを交えて行うとともに、記録映画「南極観測1997」を上映した。講演終了後は多くの質問が出され、南極観測事業と地球環境問題への区民の関心の高さがうかがわれた。記録映画では、普段なかなか見られない南極の映像を興味深げに見入っていた。最後に展示ホールの各展示物を見学し、散会となった。

観測隊だより

11月

初旬には最高気温がプラスに転じ、夏の到来を感じさせる穏やかな天候になった。

内陸旅行隊7名は1日朝昭和基地を出発し、ドームふじ観測拠点に向かった。同旅行隊は、ドームの帰路やまと山脈ルートのトラバース観測も計画しており、全行程約3,000km、約100日以上 of 長期旅行となる。

気象部門では、オゾン観測を重点的に実施した。11月に入っても低いレベルで推移したオゾン全量は、21日頃より顕著な増加を示し、概ねオゾンホールから脱している。その他の基地観測も順調である。

生物部門によるアザラシへのデーターロガー装着と回収作業は、今月も精力的に進められた。17日にオングルカルベンで出産した雌個体には、21次隊で新生児に装着した標識が着いていることが確認された。

設営部門では除雪が本格化し、砂撒きも併せて



「南極観測と地球環境」講演会聴講風景

実施された。月末までには幹線道路やヘリポート周辺の除雪がほぼ終了した。

冬季の間凍結のため使用できなかった荒金ダム送水循環回路の復旧作業が行われて、130 kl 水槽の雪入れを行わないでも生活用水が確保できるようになった。

持ち帰り物資準備作業として、極点旅行に使用された KD60 雪上車 5 号車の移動が実施され、氷上輸送が可能な態勢となった。

昭和基地は 22 日から日没がなくなり、再び白夜の季節となった。アデリーペンギンが基地周辺を通過し、写真撮影が盛んに行われた。

12 月

12 月は全般的に穏やかな天気恵まれ、後半は大陸高気圧に覆われ夏らしい穏やかな天気となり、基地作業や輸送作業を順調に進めることができた。

20 日 41 次隊を乗せた「しらせ」の第一便が到着し、10 ヶ月ぶりに賑やかな昭和基地となった。家族からの便りや新鮮な食料を楽しんだのもつかの間で、輸送作業が開始された。

「しらせ」は 24 日に見晴らし沖に接岸し、ただちに氷上輸送が開始され、これらの物資の荷受け配送が 7 日間連続で行われた。

ヘリコプターによる野外観測は 40・41 次隊合

同で実施され、内陸の人工地震観測や地学・生物部門の観測も順調である。

40 次内陸旅行隊は先月 26 日ドームふじ観測拠点に到着し、深層掘削ドリルの引き上げの試みや、アイスレーダーによる氷床観測等を実施していたが、予定した作業を全て終了し、10 日同拠点を離れた。28 日にはみずほ基地に到着し、やまと航空拠点を目指し YM ルートを順調に走行している。

基地内の観測部門で定常的な観測を維持しながら、不要機器の持ち帰り準備が進められた。また、41 次隊が搬入した機器で装置の更新も行った。

設営部門では除雪や 41 次受け入れ準備が多く、多くの隊員の協力を得て実施された。

15 日にはオーストラリア南極局の氷上滑走路調査団を乗せた、ツインオッター機が飛来し海上に設定した臨時滑走路に着陸した。7 名からなる調査団は、近い将来、本国から大型航空機を利用して直接乗り入れるため青氷滑走路の選定と環境影響評価などを目的として、ケーシー基地まで向かう途中の訪問であった。

月後半は休みなしの夏期作業日課となったが、夜にはクリスマスパーティーや餅つきの年末行事が行われ楽しむことができた。思い出深い一年であったが 40 次隊の越冬生活も余すところ 1 ヶ月となった。

南極月別気象状況 (Monthly Climatic Data for Japanese Antarctic Station)

昭和基地 (Syowa : 89532)

	11 月 (Nov.)	12 月 (Dec.)
平均気温 (Mean temp.) (°C)	-7.4	-3.5
最高気温 (Max. temp.) (°C)	0.8 (7 日)	3.0 (17 日)
最低気温 (Min. temp.) (°C)	-22.0 (1 日)	-9.9 (27 日)
平均気圧・海面 (Mean pressure, sea level) (hPa)	984.4	981.0
平均蒸気圧 (Mean vapour pressure) (hPa)	2.5	3.1
平均相対湿度 (Mean relative humidity) (%)	68	66
平均風速 (Mean wind speed) (m/s)	5.5	5.1
最大風速・10 分間平均 (Max. wind speed, 10-min. mean) (m/s)	26.8 (3 日, NE)	21.4 (8 日, ENE)
最大瞬間風速 (Gust) (m/s)	34.4 (3 日, NE)	28.4 (9 日, ENE)
平均雲量 (Mean cloud cover)	7.2	6.9

【極地豆事典】

雪まりも

ドームふじ観測拠点で越冬観測をしていた1995年、雪面で成長した針状の霜結晶が集まり、球形化している事に気がついた。球の直径は5～30mm程度、北海道阿寒湖で観察されるマリモと形が似ていることから、「雪まりも」と名づけた(図1)。これは雪面の小さな窪みなどに集まっていた(図2)。たぶん、風でまくられた表面霜が雪面を移動する際に球形化し、雪面の小さな窪みに集まったと思われる。雪まりもを構成している霜結晶を詳細に調べると、長さ1mm、直径0.01mm程度の針状結晶が無数に絡み合っていることがわかった。

雪まりもは同拠点で初越冬観測をしていた36次隊の越冬観測中、6回観察された。この時の気象条件は、気温が $-38 \sim -79^{\circ}\text{C}$ 、表面雪温が $-40 \sim -80^{\circ}\text{C}$ の範囲であった。ただし、雪まりもの「原料」である針状の霜結晶がよく成長し、雪まりもが多く観察された時は、気温が $-60 \sim -72^{\circ}\text{C}$ 、表面雪温が $-64 \sim -72^{\circ}\text{C}$

であり、平均風速は、 $0.5 \sim 4\text{ m/s}$ であった(雪面から2.2m高での測定)。その後、越冬を引き継いだ37次隊や38次隊の隊員も雪まりもを数回観察した。

雪まりもと同様な球形の霜の固まりは、これまでアムンゼン(R. Amundsen, p. 389)¹がロス棚氷上で、サイプル(Paul A. Siple, p. 290)²が南極点で観察しており、彼らの著書でごく簡単に報告されているが、これが形成される時の気象条件やその写真などはこれまで報告されていなかったようだ。なお、本稿に関する詳細は、以下の文献3を参照してください。

文 献

1. Amundsen, R. (1912): *The South Pole. An account of the Norwegian-Antarctic Expedition in the "Fram", 1910-1912. Translated from the Norwegian by A.G. Chater*, London, John Murray.
2. Siple, P.A. (1959): *90° South. The story of the American South Pole conquest*. New York, G.P. Putnam's Sons.
3. Kameda, T., H. Yoshimi, N. Azuma and H. Motoyama (1999): Observation of "Yukimarimo" on the snow surface of the inland plateau, Antarctic ice sheet, *Journal of Glaciology*, **45** (150), 394-396.

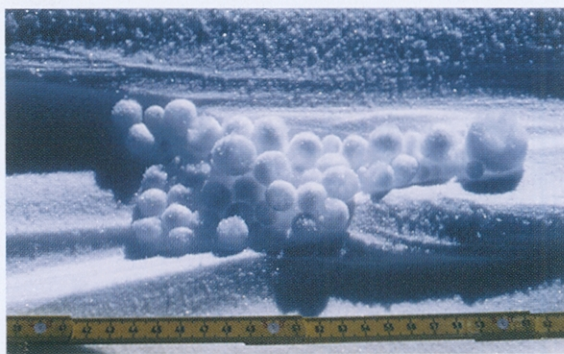


図1 雪まりも



図2 雪まりもの集団。雪面の窪みに集まっている